

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

М.Г. Шульженко, С.О. Закурдай

**ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
“ДИНАМІКА РУХОМОГО СКЛАДУ”**

(для студентів 4 курсу денної форми навчання
напряму підготовки 0922 (6.050702) – «Електромеханіка»
спеціальності 6.092200 – «Електричний транспорт»)

Харків – ХНАМГ – 2009

Програма навчальної дисципліни та Робоча програма навчальної дисципліни “Динаміка рухомого складу” для студентів 4 курсу денної форми навчання напрямку підготовки 0922 (6.050702) – «Електромеханіка» спеціальності 6.092200 – «Електричний транспорт»/ Укл.: М.Г. Шульженко, С.О. Закурдай– Харків: ХНАМГ, 2009. - 16 с.

Укладачі: М.Г. Шульженко,
С.О. Закурдай

Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Рецензент: д.т.н. В.П. Шпачук

Затверджено на засіданні кафедри електричного транспорту
(протокол № 2 від 08.09.2009 р.)

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
1.1. Мета, предмет та місце дисципліни.....	5
1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни.....	5
1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги.....	6
1.4. Рекомендована основна навчальна література.....	7
1.5. Анотації програми навчальної дисципліни.....	7
2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	8
2.1. Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи.....	8
2.2. Зміст дисципліни.....	9
2.3. Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента.....	10
2.4. Лекційний курс.....	10
2.5. Практичні заняття.....	11
2.6. Лабораторні роботи.....	12
2.7. Індивідуальні завдання	12
2.8. Самостійна навчальна робота студентів.....	13
2.9. Розрахунково-графічна робота.....	13
2.10. Засоби контролю та структура залікового кредиту.....	13
2.11. Інформаційно-методичне забезпечення.....	15

ВСТУП

Безпека роботи рухомого складу, безперебійність та рентабельність транспортних засобів суттєво залежать від конструкції рухомих одиниць та стану дорожнього покриття.

При виготовленні та ремонтах транспортного засобу треба задовольнити не тільки умови надійності функціонування, а також умови комфортабельності. Завжди мають місце коливання складових елементів та об'єкта і їх треба зменшити до припустимого рівня варіаціями параметрів системи або запровадженням спеціальних засобів. Ці завдання вирішуються як при розробці транспортного засобу, так і при його доопрацюванні з використанням математичних моделей і результатів експериментальних досліджень.

Все це обумовлює актуальність вивчення дисципліни «Динаміка рухомого складу».

Дисципліна «Динаміка рухомого складу» є вибірковою навчальною дисципліною за вибором студента для підготовки спеціалістів за спеціальністю «Електричний транспорт».

Приєднання України до Болонського процесу передбачає впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу (КМСОНП), яка є українським варіантом ECTS. Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Необхідна навчальна база перед початком вивчення дисципліни: з метою найкращого засвоєння матеріалу студенти повинні до початку вивчення дисципліни опанувати знання теорії та методів дослідження режимів роботи електричних машин, а також теоретичної механіки, фізики та вищої математики.

Програма навчальної дисципліни розроблена на основі:

- СВО ХНАМГ Освітньо-кваліфікаційна характеристика рівня підготовки бакалавр від 15.12.2005 р.;
- СВО ХНАМГ Освітньо-професійна програма рівня підготовки бакалавр від 15.12.2005 р.;
- Навчальний план підготовки бакалавра за напрямом 0922 – «Електромеханіка» спеціальностей 6.092200 – «Електричні системи і комплекси транспортних засобів», «Електричний транспорт» 2005 р.

Програма ухвалена кафедрою електричного транспорту (протокол № 2 від 7 вересня 2007 р.) та Вченою радою факультету Електричний транспорт(протокол № 1 від 25 вересня 2007 р.)

1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Мета, предмет та місце дисципліни

1.1.1. Мета та завдання вивчення дисципліни – формування узагальненої системи знань про види механічних коливань, причини їх виникнення та способи зменшення вібрацій елементів рухомого складу (за ОПП)

1.1.2. Предмет вивчення у дисципліні – характеристики механічних коливань обладнання рухомого складу (за ОПП)

1.1.3. Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця

Перелік дисциплін, на які безпосередньо спирається вивчення даної дисципліни	Перелік дисциплін, вивчення яких безпосередньо спирається на дану дисципліну
Фізика	Діагностика рухомого складу
Вища математика	Надійність технічних систем ЕТ
Теоретична механіка	Ремонт рухомого складу
Електричні машини	Дипломне проектування
Механічне обладнання РС	
Обчислювальна техніка та програмування	
Моделювання електромеханічних систем	

1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни (відповідно до стандартів ОПП)

Модуль 1. «Динаміка рухомого складу» (4 кредити/144 год.)

Змістові модулі (ЗМ):

ЗМ 1.1 Характеристики коливань дискретних моделей елементів рухомого складу.

Навчальні елементи:

1. Вільні та вимушені коливання системи з одним ступенем вільності

2. Вимушені коливання одно масової системи з вібруючою основою
3. Коливання системи з двома ступіннями вільності
4. Коливання системи з довільним числом ступенів свободи
5. Власні коливання двовісного транспортного засобу

ЗМ 1.2. Коливання елементів континуальних систем рухомого складу та нелінійні явища.

Навчальні елементи:

1. Вільні коливання стержнів постійного перерізу (точні розв'язки для власних частот)
2. Вільні коливання пластин (основні положення)
3. Коливання обертових частин машин (роторів)
4. Коливання системи з одним ступенем вільності з нелінійними характеристиками жорсткості
5. Поняття про автоколивання систем
6. Поняття про випадкові коливання систем

ЗМ 1.3. Використання динамічних характеристик елементів рухомого складу в інженерній практиці.

Навчальні елементи:

1. Коливання електричного рухомого складу
2. Пружні елементи підвішування та демпфери коливань
3. Динамічна комфортабельність рухомого складу
4. Стійкість вагона з двоступінчастим пружним підвішуванням

1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги

Вміння (за рівнями сформованості) та знання	Сфери діяльності (виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова)	Функції діяльності у виробничій сфері (проектувальна, організаційна, управлінська, виконавська, технічна, інші)
Вміти будувати прості моделі коливань елементів рухомого складу і визначати їх динамічні характеристики.	Соціально-Виробнича діяльність	Проектувальна, Виконавська, Технічна

1.4. Рекомендована основна навчальна література

1. Шульженко М.Г., Закурдай С.О. Конспект лекцій з дисципліни „Динаміка рухомого складу” – підготовлено до друку у 2008 р.
2. Дж. Л. Ден-Гаргог. Механические колебания.-М.: Физматгиз, 1960.-580с.
3. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара.-Л.: Машиностроение, 1976.-320с.
4. Бабаков И.М. Теория колебаний.-М.: Наука, 1965.- 560с.

1.5. Анотації програми навчальної дисципліни

Анотація програми навчальної дисципліни

«Динаміка рухомого складу»

Мета та завдання вивчення дисципліни - Формування узагальненої системи знань про види механічних коливань, причини їх виникнення та способи зменшення вібрацій елементів рухомого складу.

Предмет дисципліни – характеристики механічних коливань обладнання рухомого складу.

Дисципліна має 1 модуль та 3 змістових модулів:

Змістовні модулі:

- ЗМ 1.1 Характеристики коливань дискретних моделей елементів рухомого складу.
- ЗМ 1.2 Коливання елементів континуальних систем рухомого складу та нелінійні явища.
- ЗМ 1.3 Використання динамічних характеристик елементів рухомого складу в інженерній практиці.

«Динамика подвижного состава»

Цель и задача изучения дисциплины - Формирования обобщенной системы знаний о видах механических колебаний, причины их возникновения и способы уменьшения вибраций элементов подвижного состава.

Предмет дисциплины – характеристики механических колебаний оборудования подвижного состава.

Дисциплина имеет 1 модуль и 3 смысловых модулей:

Смысловые модули:

ЗМ 1.1 Характеристики колебаний дискретных моделей элементов

подвижного состава.

ЗМ 1.2 Колебания элементов континуальных систем подвижного состава и нелинейные явления.

ЗМ 1.3 Использование динамических характеристик элементов подвижного состава в инженерной практике.

THE DYNAMICS

The aim and task for studying the subject is to from the generalized knowledge system about types of mechanical vibration, reasons of their origin and ways for reduction the rolling-stock vibration elements.

The subject of the discipline is the mechanical vibration characteristic of rolling-stock equipment.

The discipline consists of 1 module and 3 substantial modules:

The substantial modules:

SM 1.1 The characteristics of discrete model vibration of rolling-stock elements.

SM 1.2 The vibration of continuum system rolling-stock elements in engineering practice.

2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1.Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи

Спеціальність, спеціалізація (шифр, аббревіатура)	Форма навчання	Семестр (и)	Години									Іспити (семестри)	Заліки (семестри)
			Всього Кредит/ годин	Ауди- торні	у тому числі			Самос- тійна робот а	у тому числі				
					Лекції	Прак- тичні	Лабора- торні		Кон- роб	КП	РГР		
6.092202 ET	Денна	7	4/144	60	30	15	15	84	-	-	10	7	-

2. 2 Зміст дисципліни

Модуль 1. «Динаміка рухомого складу» (4 кредити/144 год.)

Змістові модулі (ЗМ):

ЗМ 1.1 Характеристики коливань дискретних моделей елементів рухомого складу. (2/72)
(кількість кредитів/годин)

Навчальні елементи:

1. Вільні та вимушені коливання системи з одним ступенем вільності
2. Вимушені коливання одно масової системи з вібруючою основою
3. Коливання системи з двома ступіннями вільності
4. Коливання системи з довільним числом ступенів свободи
5. Власні коливання двовісного транспортного засобу

ЗМ 1.2. Коливання елементів континуальних систем рухомого складу та нелінійні явища. (1,5/54)
(кількість кредитів/годин)

Навчальні елементи:

1. Вільні коливання стержнів постійного перерізу (точні розв'язки для власних частот)
2. Вільні коливання пластин (основні положення)
3. Коливання обертових частин машин (роторів)
4. Коливання системи з одним ступенем вільності з нелінійними характеристиками жорсткості
5. Поняття про автоколивання систем
6. Поняття про випадкові коливання систем

ЗМ 1.3. Використання динамічних характеристик елементів рухомого складу в інженерній практиці. (0,5/18)
(кількість кредитів/годин)

Навчальні елементи:

1. Коливання електричного рухомого складу
2. Пружні елементи підвішування та демпфери коливань
3. Динамічна комфортабельність рухомого складу
4. Стійкість вагона з двоступінчастим пружним підвішуванням

2.3 Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента

Модулі (семестри) та змістові модулі	Всього, кредит/годин	Форми навчальної роботи - денна			
		Лекції	Практичні	Лаб.	СРС
Модуль 1	4/144	30	15	15	84
ЗМ 1.1	2/72	10	6	6	50
ЗМ 1.2	1,5/54	12	6	6	30
ЗМ 1.3	0,5/18	8	3	3	4

2.4 Лекційний курс

Зміст	Кількість годин за формами навчання (Денне навчання)
Вільні та вимушені коливання системи з однією ступеню вільності	2
Вимушені коливання одно масової системи з вібруючою основою	2
Колівання системи з двома степенями вільності	2
Колівання системи з довільним числом степенів свободи	2
Власні коливання двовісного транспортного засобу	2
Вільні коливання стержнів постійного перерізу (точні розв'язки для власних частот)	2
Вільні коливання пластин (основні положення)	2
Колівання обертових частин машин (роторів)	2
Колівання системи з одним степінем вільності з нелінійними характеристиками жорсткості	2
Поняття про автоколивання систем	2
Поняття про випадкові коливання систем	2
Колівання електричного рухомого складу	2
Пружні елементи підвішування та демпфери коливань	2
Динамічна комфортабельність рухомого складу	2
Стійкість вагона з двоступінчастим пружним підвішуванням	2
Разом	30

2.5 Практичні заняття

Зміст	Кількість годин за формами навчання (Денне навчання)
1.Визначення власної частоти одномасової моделі	1
2.Визначення амплітудно-частотної характеристики найпростішої моделі. Видання завдання до курсової роботи.	1
3.Крутильні коливання двомасової системи.	1
4.Визначення резонансної частоти (швидкості) елементів підвіски, яка рухається по нерівній дорозі.	1
5.Нестационарні коливання найпростішої системи при розгоні (вибігу) та раптовому прикладенні навантаження.	1
6.Побудова найпростіших розрахункових моделей коливань механічної системи.	1
7.Побудова рівнянь коливань багатомасової системи.	1
8.Визначення власних частот та форм коливань багатомасової моделі транспортного засобу.	1
9.Вплив профілю дороги на коливання системи, яка рухається.	1
10.Амплітудно-частотні характеристики та оцінка резонансних режимів.	1
11.Спектральні характеристики вібропереміщень, віброшвидкостей, віброприскорень та їх визначення.	1
12.Особливості експериментального визначення спектральних характеристик коливань об'єкта.	1
13.Визначення показників динамічної комфортабельності транспортного засобу.	1
14.Визначення динамічних характеристик об'єктів з використанням складних розрахункових моделей.	1
15.Використання результатів розрахунку вібраційних характеристик при проектуванні та доводці конкретних систем. Вплив експлуатаційних чинників на динаміку елементів рухомого складу. Розгляд контрольних питань по курсу.	1
Разом	15

2.6 Лабораторні роботи

Тематика	Кількість годин за формами навчання (Денне навчання)
1.Визначення власної частоти одно масової моделі	2
2.Визначення амплітудно-частотної характеристики найпростішої моделі.	2
3.Визначення резонансної частоти (швидкості) елементів підвіски, яка рухається по нерівній дорозі.	2
4.Визначення власних частот та форм коливань багатомасової моделі транспортного засобу.	2
5.Визначення спектральних характеристик вібропереміщень, віброшвидкостей, віброприскорень моделі транспортного засобу.	4
6.Визначення динамічних характеристик об'єктів з використанням складних розрахункових моделей.	3
Разом	15

2.7 Індивідуальні завдання:

Розрахунково-графічна робота

Розрахунково-графічна робота за темою «Визначення динамічних характеристик двовісної моделі транспортного засобу» за змістом містить пояснювальну записку (10 годин):

1. Розрахункова схема та рівняння рух. – 2 години
2. Визначення власних частот та форм коливань – 2 години
3. Визначення амплітудно-частотних характеристик – 2 години
4. Визначення спектральних характеристик – 2 години
5. Оцінка динамічної комфортабельності транспортного засобу – 2 години

Аудиторні заняття відповідають тематиці практичних занять.

Розрахунково-графічна робота забезпечується навчальним посібником та методичними вказівками до проектування.

На всіх етапах проектування передбачено застосування комп'ютерних пакетів EXCEL, Matlab.

2.8 Самостійна навчальна робота студента

Тематика	Кількість годин за формами навчання (Денне навчання)
Вивчення теоретичного матеріалу за підручниками та конспектами лекцій	44
Підготовка до лабораторних та практичних робіт, оформлення звіту	34
Самостійне виконання розрахунково-графічної роботи, оформлення розрахунково-пояснювальної записки та підготовка до захисту	10
Всього	84

2.9 Розрахунково-графічна робота

№	Тематика	Розподіл %
1.	Розрахункова схема та рівняння руху	20%
	Визначення власних частот та форм коливань	20%
2.	Визначення амплітудно-частотних характеристик	20%
	Визначення спектральних характеристик	20%
3.	Оцінка динамічної комфортабельності транспортного засобу	10%
4.	Захист розрахунково-графічної роботи	10%
Всього		100%

2.10 Засоби контролю та структура залікового кредиту

Засоби контролю та структура залікового кредиту (денна форма)

Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні завдання тощо)	Розподіл %
МОДУЛЬ	
ЗМ 1.1 Тестування, індивідуальні завдання.	20%
ЗМ 1.2 Тестування, захист лабораторних робіт	20%
ЗМ 1.3 Тестування, захист РГР	20%
Підсумковий контроль з модулю (іспит)	40%
Всього за модулем	100%

Підсумковий контроль знань.

Підсумковий контроль - Екзамен. Здійснюється в екзаменаційну сесію у формі іспиту, до якого допускаються студенти, що виконали і захистили курсову роботу. Кожний студент отримує екзаменаційний білет, у який входить три теоретичних питання і одна задача. Елементи білету (теоретичні питання і задача) охоплюють усі розділи дисципліни. Викладач оцінює по 4-бальній шкалі відповідь по кожному елементу білету. Загальна оцінка формується як середнє арифметичне оцінок по усім елементам білету з округленням до цілого числа.

Чотирибальну національну шкалу та стобальну шкалу оцінювання ECTS, згідно з Методикою переведення показників успішності знань студентів обидві оцінки можуть бути переведені у відповідну систему за шкалою.

Шкала перерахунку оцінок результатів контролю знань студентів

Оцінка за національною шкалою	Визначення назви за шкалою ECTS	ECTS оцінка	% набраних балів
ВІДМІННО	Відмінно – відмінне виконання лише з незначними помилками	A	більше 90 – 100
ДОБРЕ	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	B	більше 80 – 90 включно
	Добре – у загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	C	більше 70 – 80 включно
ЗАДОВІЛЬНО	Задовільно – непогано, але зі значною кількістю недоліків	D	більше 60 – 70 включно
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	E	більше 50 – 60 включно
НЕЗАДОВІЛЬНО	Незадовільно* – потрібно попрацювати перед тим, як перездати тест	FX*	більше 26 – 50 включно
	Незадовільно** – необхідна серйозна подальша робота з повторним вивченням змістового модуля	F**	від 0 – 25 включно

* з можливістю повторного складання;

** з обов'язковим повторним курсом.

2.11 Інформаційно-методичне забезпечення

Бібліографічні описи, Інтернет адреси	ЗМ, де застосовуються
1. Рекомендована основна навчальна література	
1. Шульженко М.Г., Закурдай С.О. Конспект лекцій з дисципліни „Динаміка рухомого складу”, 2007 р.	ЗМ 1.1-1.4
2. Дж. Л. Ден-Гаргог. Механические колебания.-М.: Физматгиз, 1960.-580с.	ЗМ 1.1-1.3
3. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара.-Л.: Машиностроение, 1990.-320с.	ЗМ 1.1-1.3
4. Бабаков И.М. Теория колебаний.-М.: Наука, 1965.-560с.	ЗМ 1.1-1.3
2. Додаткова література	
1. Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний.-М.: Высшая школа, 1972.-416с.	ЗМ 1.1-1.3
2. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. - М.: Наука, 1967.-444с.	ЗМ 1.1-1.3
3. Ефремов И.С. Троллейбусы. Теория, конструкция, расчет.-М.: Высшая школа, 1969.-420с.	ЗМ 1.1-1.3
4. Ефремов И.С., Косарев Г.В. Теория и расчет троллейбусов.-М.: Высшая школа, 1981.- 420с.	ЗМ 1.1-1.3
5. Гарг В.К., Дуккипати Р.В. Динамика подвижного состава.М.: Транспорт, 1988.-392с.	ЗМ 1.1-1.3
6. Вершинский С.В., Данилов В.Л., Хусидов В.Д. Динамика вагона.М.: Транспорт, 1991.-360с.	ЗМ 1.1-1.3
7. Роттенберг Р.В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода.М.: Машиностроение,1972.-392с.	ЗМ 1.1-1.3
3. Методичне забезпечення	
1. Шульженко М.Г., Закурдай С.О. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни „Динаміка рухомого складу”, 2006 р.	ЗМ 1.1-1.3
2. Шульженко М.Г. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни „Динаміка рухомого складу”, 2002 р.	ЗМ 1.1-1.3
3. Комп’ютерні програми – MATLAB, КОМПАС застосовуються при лекційному курсі, виконанні розрахунково-графічних робіт, та дипломних проектів.	ЗМ 1.1-1.3

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Програма навчальної дисципліни та Робоча програма навчальної дисципліни «Динаміка рухомого складу» для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму підготовки 0922 (6.050702) – «Електромеханіка» спеціальності 6.092200 –«Електричний транспорт»

Укладачі: Микола Григорович Шульженко
Світлана Олександрівна Закурдай

План 2009, поз. 253Р

Підп. до друку 16.10.2009	Формат 60x84 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографі.	Умовн.-друк. арк. 0,9	Обл.-вид. арк. 1,2
Замовл. № 5212	Тираж 10 прим.	
61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12		
Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ		
61002, Харків, вул. Революції, 12		